

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-055689

(43)Date of publication of application : 05.03.1993

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 03-212363

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

(22)Date of filing : 23.08.1991

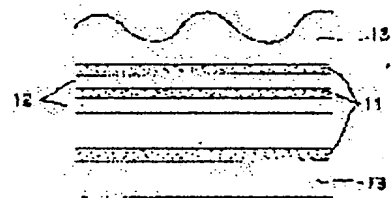
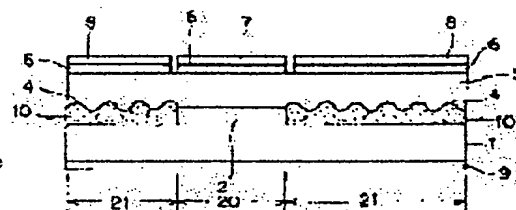
(72)Inventor :  
ISHII HIROYUKI  
TOMORI YUICHI  
YOSHIDA JUNICHI

(54) DISTRIBUTED REFLECTION TYPE SEMICONDUCTOR LASER PROVIDED WITH WAVELENGTH CONTROL FUNCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the variable range of refractive index due to plasma effect and improve the variable range of wavelength, by turning an active layer into a strained multiquantum well.

CONSTITUTION: A strained multiquantum well structure guide layer 10 is composed of a GaInAsP well layer 11, a GaInAsP barrier layer 12, and a GaInAsP optical confinement layer 13. The thickness of each layer is, for example, as follows; the well layer 11 is 30Å, the barrier layer 12 is 100 Å, and the optical confinement layer 13 is about 1000Å. Since only the lattice constants of the well layer 11 are larger than those of a substrate, the well layer has compression strain. The optical band gap wavelength of the strained multiquantum well structure guide layer 10 is 1.3µm. In the DBR laser having the above structure, laser oscillation is generated by applying a current between electrodes 7, 9, and the oscillation wavelength is changed by applying a current between electrodes 8, 9. Hence the variable range of wavelength is widened.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.06.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-55689

(43)公開日 平成5年(1993)3月5日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

9170-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-212363

(22)出願日 平成3年(1991)8月23日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 石井 啓之

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 東盛 裕一

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 吉田 淳一

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

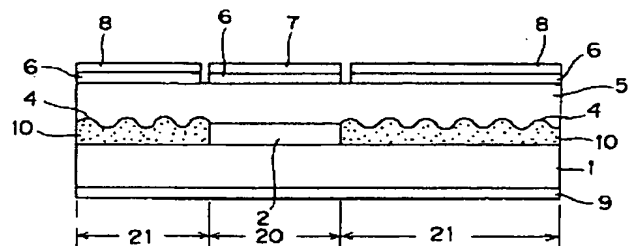
(74)代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

(54)【発明の名称】 波長制御機能付分布反射型半導体レーザ

(57)【要約】

【目的】 分布反射型半導体レーザの波長可変幅を拡大する。

【構成】 活性層領域と非活性層領域とが光学的に結合し、集積化されている分布反射型半導体レーザにおいて、非活性層領域を格子定数が基板よりも大きい材料の井戸層がそれよりもバンドギャップが大きく、かつ基板と格子定数が実質的に等しい材料の障壁層に挟まれた構造を複数層積層した多重量子井戸構造、すなわち歪多重量子井戸構造にした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上の所定領域に形成された活性導波路層と、前記活性導波路層と光学的に結合された非活性導波路層とを有し、前記非活性導波路層表面の少なくとも一部に回折格子が設けられている波長可変な分布反射型半導体レーザにおいて、

前記非活性導波路層が、基板材料よりも格子定数の大きい材料からなる量子井戸層と前記量子井戸層よりもバンドギャップが大きく、しかも基板と格子定数が実質的に等しい材料からなる障壁層とをそれぞれ複数層交互に積層した多重量子井戸構造であることを特徴とする波長制御機能付分布反射型半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光伝送用光源として重要である、発振波長を変えられることができる波長制御機能付分布反射型半導体レーザに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】発振波長を変化させることができ、スペクトル線幅の狭い半導体レーザはコヒーレント通信用光源として活発に研究が進められてきている。中でも、分布反射型半導体レーザ(Distributed Bragg Reflector Laser:以下DBRレーザと称す)は、回折格子を持つ導波路よりなる波長制御領域と回折格子を持たない導波路よりなる位相調整領域とに電流を注入することにより発振波長を変化させることができ、最も多く研究がなされている。活性層領域と非活性層領域とを突き合わせ結合にすることにより実現したDBRレーザの例を図5に示す(例えば東盛らによる電子工学論文(Electronics Letters)24巻24号、1481~1482頁、1988年参照)。図5において、1はn型P基板、2はGaInAsP活性層、3はGaInAsPガイド層、4は回折格子、5はp型InPクラッド層、6はGaInAsPキャップ層、7および8はp型電極、9はn型電極を示す。20は活性領域、21は非活性領域である。この例では、活性層領域と非活性層領域間を突き合わせ結合にしたことにより、光の結合損失を軽減し、出力特性の改善が行われている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】コヒーレント通信においては、可変波長幅が広い光源が必要である。しかしながら、従来のDBRレーザでは、非活性層領域にGaInAsPガイド層が用いられていたため、波長制御領域に電流を流してGaInAsPガイド層の屈折率を変化させ、発振波長を変化させようとしても、GaInAsPガイド層の屈折率変化が小さかったため、可変波長範囲が狭いという欠点があった。

【0004】本発明は以上の点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、波長可変幅が広いDB

Rレーザを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による分布反射型半導体レーザは、半導体基板上の所定領域に形成された活性導波路層と、前記活性導波路層と光学的に結合された非活性導波路層とを有し、前記非活性導波路層表面の少なくとも一部に回折格子が設けられている波長可変な分布反射型半導体レーザにおいて、前記非活性導波路層が、基板材料よりも格子定数の大きい材料からなる量子井戸層と前記量子井戸層よりもバンドギャップが大きく、しかも基板と格子定数が実質的に等しい材料からなる障壁層とをそれぞれ複数層交互に積層した多重量子井戸構造であることを特徴とする。

## 【0006】

【作用】本発明では、活性層領域と非活性層領域とが光学的に結合し、集積化されているDBRレーザにおいて、非活性層領域を、格子定数が基板よりも大きい材料の井戸層がそれよりもバンドギャップが大きく、かつ基板と格子定数が実質的に等しい材料の障壁層に挟まれた構造を複数層積層した多重量子井戸構造(以下、歪多重量子井戸構造と称す)にした。歪多重量子移動構造においては、井戸層が歪を持っているために重い正孔の有効質量が減少し、プラズマ効果による屈折率変化量が増大する。したがって、本発明によるDBRレーザにおいては、非活性層を歪多重量子井戸にしたことにより、プラズマ効果による屈折率変化量が増大し、可変波長幅の増大を図ることができる。

## 【0007】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

## 【0008】実施例I

図1は本発明によるDBRレーザの第1の実施例を説明する模式的断面図である。

【0009】図1において、1はn型InP基板、2はバンドギャップ波長1.55 $\mu$ mのGaInAsP活性層、10は歪多重量子井戸構造ガイド層、4は回折格子、5はp型InPクラッド層、6はn型GaInAsPキャップ層、7および8はp型電極、9はn型電極を示す。

【0010】また、図2は図1における歪多重量子井戸構造ガイド層10を拡大して描いたものである。

【0011】図2において、11はGa<sub>0.17</sub>In<sub>0.83</sub>As<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>井戸層、12はGa<sub>0.17</sub>In<sub>0.83</sub>As<sub>0.37</sub>P<sub>0.63</sub>障壁層、13はGa<sub>0.17</sub>In<sub>0.83</sub>As<sub>0.37</sub>P<sub>0.63</sub>光閉じ込め層を示す。各層の厚さは、一例として、井戸層11が30Å、障壁層12が100Å、光閉じ込め層13が約1000Åである。井戸層11の格子定数だけが基板の格子定数より大きいため、井戸層は圧縮歪を持っている。歪多重量子井戸構造ガイド層の光学的バンド

ギャップ波長は $1.3\mu\text{m}$ である。

【0012】次に、図1に示した本発明によるDBRレーザの作製方法を簡単に説明する。 $n$ 型InP基板1上全面にGaInAsP活性層2を有機金属気相エピタキシャル成長法等を用いて積層した後、 $\text{SiO}_2$ もしくは $\text{SiN}_x$ マスクを用いて不要な部分のGaInAsP活性層を除去し、その除去した部分に歪多重量子井戸構造ガイド層10を積層する。 $\text{SiO}_2$ もしくは $\text{SiN}_x$ マスクを除去した後、レジストパターンニングおよびエッチングによってガイド層10の表面に凹凸を形成して回折格子4を形成し、ついで $p$ 型InPクラッド層を積層する。次いで、横モードを制御するためにドライエッチング等を用いて、例えば幅 $1.5\mu\text{m}$ の狭ストライプ状に加工し、さらに $p$ 型InPクラッド層を堆積して活性層2およびガイド層10を埋め込む。その後、 $p$ 型電極7、8と $n$ 型電極9を蒸着し、電極7と電極8の間の分離を行うためにGaInAsPキャップ層6と必要に応じて $p$ 型InPクラッド層の一部を化学エッチング等により除去する。

【0013】このような構成のDBRレーザでは、電極7と9の間に電流 $I_1$ を流すことによってレーザ発振し、電極8と9の間に電流 $I_2$ を流すことによって発振波長が変化する。電流 $I_2$ に対する発振波長の変化を従来のDBRレーザと本発明によるDBRレーザとについて図3に示す。図3において、点線S1は従来のDBRレーザの特性を示し、実線S2は本発明によるDBRレーザの特性を示す。図3から分かるように、本発明によるDBRレーザの方が従来のDBRレーザよりも大きく発振波長が変化している。

#### 【0014】実施例I

上述の実施例Iでは、活性導波路層と非活性導波路層とが突き合わせ結合になっている構造のDBRレーザについて説明したが、他の構造のDBRレーザにおいても本発明は適用できる。例えば、図4に示す構造のDBRレーザにおいても非活性導波路層に歪多重量子井戸構造を用いることによって波長掃引幅を拡大することができる。

【0015】図4において、1は $n$ 型InP基板、2はバンドギャップ波長 $1.55\mu\text{m}$ のGaInAsP活性層、10は歪多重量子井戸構造ガイド層、4は回折格子、5は $p$ 型InPクラッド層、6は $n$ 型GaInAsPキャップ層、7、8は $p$ 型電極、9は $n$ 型電極を示す。20は活性領域、21は非活性領域である。

【0016】図1に示したDBRレーザと図4に示したDBRレーザとの異なる点は、図1のDBRレーザでは活性導波路層2と非活性導波路層10とが突き合わせ結合になっているのに対して、図4のDBRレーザでは活性層2が非活性導波路層上の一部に積層された構造になっているところである。この図4に示したDBRレーザ

においては、活性層領域20と非活性層領域21との間の光学的な結合効率が低くなるため、図1に示したDBRレーザに比べて出力特性が劣るのであるが、非活性導波路層と活性導波路層とを連続した一連の工程で積層することができるため、作製が容易であるという利点がある。また、波長掃引特性に関しては、図1のDBRレーザと図2のDBRレーザとでは同等の特性を示し、本発明の適用により実施例Iと同様の作用が得られる。

【0017】上述の実施例では、活性層領域の両側に回折格子を備えた非活性層領域があるDBRレーザについて説明したが、活性層領域の片側にしか非活性層領域がないDBRレーザや、非活性領域の一部に回折格子のない領域を設けたDBRレーザについても本発明は適用可能である。

【0018】また、活性導波路層に多重量子井戸構造や歪多重量子井戸構造を備えたDBRレーザについても、本発明が適用可能であることは言うまでもない。

#### 【0019】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、分布反射型半導体レーザにおいて、非活性層に歪多重量子井戸構造を用いることによって、波長可変幅が広がるという優れた効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による分布反射型半導体レーザの第1の実施例を示す模式的断面図である。

【図2】図1の歪量子井戸構造を詳細に説明するための拡大図である。

【図3】図1の分布反射型半導体レーザと従来の分布反射型半導体レーザの発振波長の変化量を比較して示すグラフである。

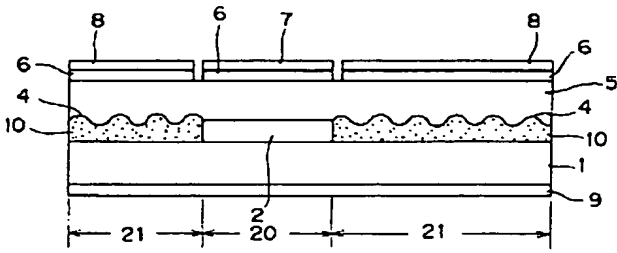
【図4】本発明による分布反射型半導体レーザの第2の実施例を示す模式的断面図である。

【図5】従来の分布反射型半導体レーザを示す模式的断面図である。

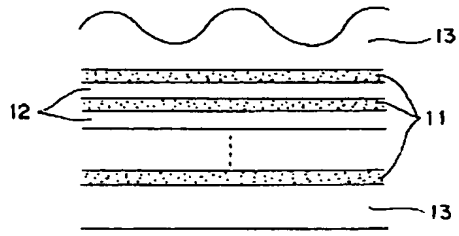
#### 【符号の説明】

- 1  $n$ 型InP基板
- 2 GaInAsP活性層
- 3 GaInAsPガイド層
- 4 回折格子
- 5  $p$ 型InPクラッド層
- 6  $n$ 型GaInAsPキャップ層
- 7, 8  $p$ 型電極
- 9  $n$ 型電極
- 10 歪多重量子井戸構造ガイド層
- 11 GaInAsP井戸層
- 12 GaInAsP障壁層
- 13 GaInAsP光閉じ込め層
- 20 活性領域
- 21 非活性領域

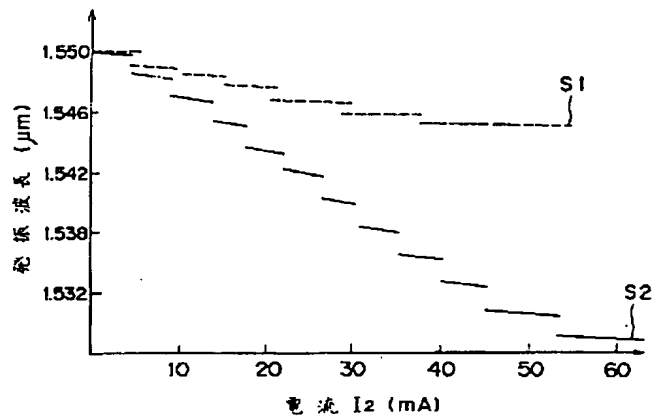
【図 1】



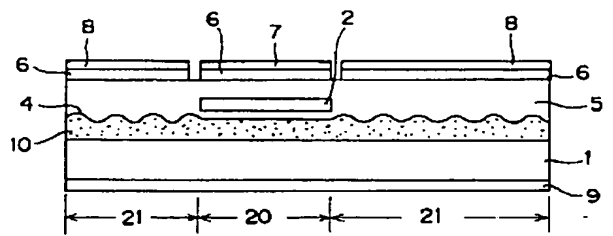
【図2】



【図 3】



【図4】



【図 5】

